

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-225881  
(43)Date of publication of application : 25.08.1998

---

(51)Int.Cl.

B25J 9/06  
B25J 19/00

---

(21)Application number : 09-044938 (71)Applicant : NATL AEROSPACE LAB  
(22)Date of filing : 14.02.1997 (72)Inventor : OKAMOTO OSAMU  
NAKATANI TERUOMI

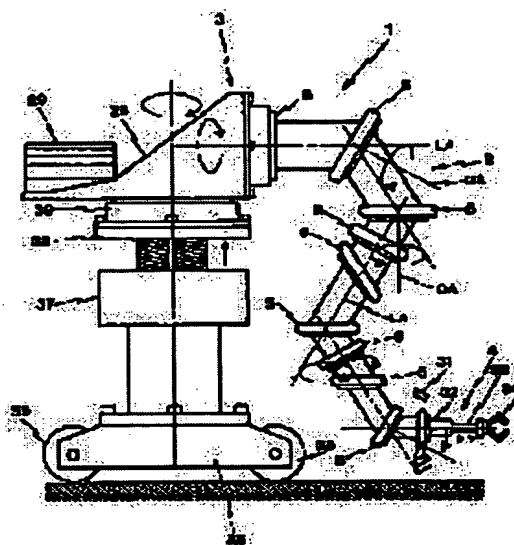
---

(54) OFFSET ROTATION JOINT, AND ARTICULATED ROBOT HAVING SAME OFFSET ROTARY JOINT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an articulated robot, and a joint mechanism for that in which motion of a large freedom degree can be obtained by combination of joints each having a rotation mechanism only, in which weight reduction and high power of the joints can be achieved, in which payload to self-weight is large, and in which multi-stage articulation, a large moving range, and complicated and precise motion can be achieved.

SOLUTION: A rotation control frame provided with a coreless electric direct drive motor on an inclined surface to a link axial line is provided between a driving side link and a driven side link to compose an offset rotary joint 5 having an offset rotation axial line OA in which the driven side link is inclined to a link axial line LA, and the offset rotary joints are provided in plural stages between a robot main body 3 and an end effector 4, thereby precise three-dimensional positioning of the end effector 4 can be performed by composite motion of the offset rotary joints 5.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.02.1997

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.02.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The offset revolution joint characterized by preparing the roll control structure equipped with the revolution drive motor in the field made to incline to a link axis between the links which constitute an arm, and fixing a main driving by-pass link to the fixed part side of said revolution drive motor, and fixing a follower by-pass link to the Rota side, and making it have offset axis of rotation toward which the follower by-pass link inclined to the link axis.

[Claim 2] The offset revolution joint according to claim 1 at which a main driving by-pass link is fixed to the stator side of this core loess electric direct-drive motor, and it comes to fix a follower by-pass link to the Rota side by said revolution drive motor consisting of a core loess electric direct-drive motor.

[Claim 3] The offset revolution joint according to claim 1 at which a main driving by-pass link is fixed to the housing side of this hydraulic motor, or the electrical and electric equipment and a hydraulic motor, and it comes to fix a follower by-pass link to the Rota side by said revolution drive motor consisting of a hydraulic motor, or the electrical and electric equipment and a hydraulic motor.

[Claim 4] The offset revolution joint according to claim 2 or 3 from which said roll control structure is formed in the ring configuration which consists of a revolution drive motor, an encoder, a brake gear, and the slip ring, and has said main driving by-pass link and said follower by-pass link, and continuation hollow structure.

[Claim 5] The roll control structure equipped with the revolution drive motor is prepared in the field made to incline to a link axis between the main driving by-pass link of the link which constitutes an arm, and a follower by-pass link. The offset revolution joint which has offset axis of rotation toward which said follower by-pass link inclined to said link axis is constituted. The articulated robot which has the offset revolution joint characterized by preparing these two or more steps of offset revolution joints between a robot body and an end effector, and enabling it to perform three-dimension positioning of said end effector by the compound movement of said offset revolution joint.

[Claim 6] The articulated robot according to claim 5 said whose revolution drive motor is a core loess electric direct-drive motor.

[Claim 7] The articulated robot according to claim 5 or 6 which has the coaxial revolution joint which consists of a roll control structure prepared between the follower by-pass link and the main driving by-pass link so that a follower by-pass link and a main driving by-pass link might have the same axis of rotation.

[Claim 8] The articulated robot according to claim 5, 6, or 7 which established revolution / expansion adjustment device between said offset revolution joints.

[Claim 9] claims 5-8 which said link, said offset revolution joint, said coaxial revolution joint, and revolution / expansion adjustment device can be constituted by hollow structure, respectively, an arm has a continuation centrum, can arrange a flexible hose, and a power source and a signal line in the continuation centrum of this arm, and can transmit a fuel, power makeup, and a signal to the supplied body -- the articulated robot of any or a publication.

[Claim 10] claims 5-9 apply a hydraulic-motor system to the revolution drive motor of the offset



revolution joint by the side of a robot body, apply an electric motor to the revolution drive motor of the offset revolution joint by the side of said end factor, and it enabled it to apply to a hybrid mold -- the articulated robot of any or a publication.

[Claim 11] claims 5-10 covered with covering with which the arm which consists of said each link and each roll control structure consists of an ingredient with a water resisting property and thermal resistance -- the articulated robot of any or a publication.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-225881

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 5 J 9/06  
19/00

識別記号

F I

B 2 5 J 9/06  
19/00

A  
F

審査請求 有 請求項の数11 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-44938

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月14日

(71) 出願人 391037397

科学技術庁航空宇宙技術研究所長  
東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1

(72) 発明者 岡本 修

東京都東大和市上北台2-880 上北台住  
宅5-301

(72) 発明者 中谷 輝臣

東京都町田市本町田2379 木曾住宅ホー6  
-212

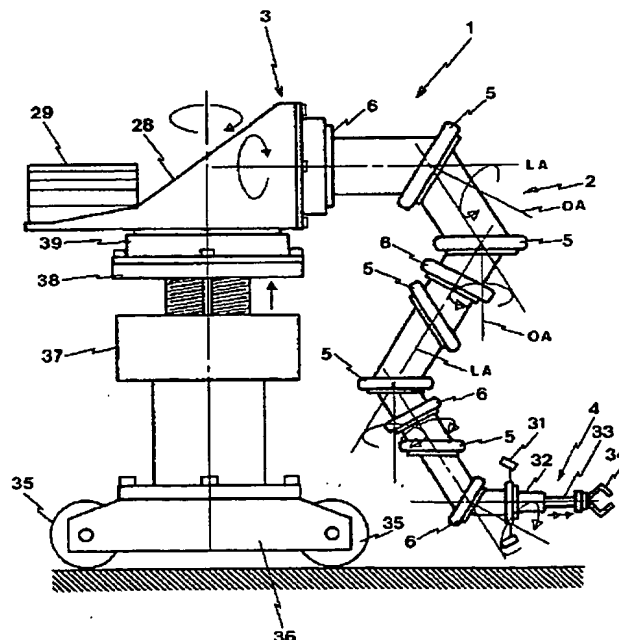
(74) 代理人 弁理士 大城 重信 (外1名)

(54) 【発明の名称】 オフセット回転関節及び該オフセット回転関節を有する多関節ロボット

(57) 【要約】

【課題】 回転機構のみを持つ関節の組合せで多自由度の動きを得ることができ、関節の重量軽減と高パワーを得ることができ自重に対するペイロードが大きく、多段接続ができて可動範囲が広く複雑な精密な動きをすることができる多関節ロボットとその関節機構を得る。

【解決手段】 主動側リンクと従動側リンク間に、リンク軸線に対して傾斜させた面にコアレス電動直接駆動モータを備えた回転制御構体を設けて、従動側リンクがリンク軸線LAに対して傾斜したオフセット回転軸線OAを有するオフセット回転関節5を構成し、該オフセット回転関節5をロボット本体3とエンドエフェクター4との間に複数段設け、オフセット回転関節5の複合運動によりエンドエフェクター4の精密な3次元位置決めが行える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アームを構成するリンク間に、リンク軸線に対して傾斜させた面に回転駆動モータを備えた回転制御構体を設け、前記回転駆動モータの固定部側に主動側リンクを固定し且つロータ側に従動側リンクを固定して、従動側リンクがリンク軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線を有するようにしたことを特徴とするオフセット回転関節。

【請求項2】 前記回転駆動モータがコアレス電動直接駆動モータからなり、該コアレス電動直接駆動モータのステータ側に主動側リンクを、ロータ側に従動側リンクを固定してなる請求項1記載のオフセット回転関節。

【請求項3】 前記回転駆動モータが油圧モータ又は電気・油圧モータからなり、該油圧モータ又は電気・油圧モータのハウジング側に主動側リンクを、ロータ側に従動側リンクを固定してなる請求項1記載のオフセット回転関節。

【請求項4】 前記回転制御構体が、回転駆動モータ、エンコーダ、ブレーキ装置、及びスリップリングからなるリング形状に形成され、前記主動側リンク及び前記従動側リンクと連続中空構造となっている請求項2又は3記載のオフセット回転関節。

【請求項5】 アームを構成するリンクの主動側リンクと従動側リンク間に、リンク軸線に対して傾斜させた面に回転駆動モータを備えた回転制御構体を設けて、前記従動側リンクが前記リンク軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線を有するオフセット回転関節を構成し、該オフセット回転関節をロボット本体とエンドエフェクターとの間に複数段設け、前記オフセット回転関節の複合運動により前記エンドエフェクターの3次元位置決めが行えるようにしたことを特徴とするオフセット回転関節を有する多関節ロボット。

【請求項6】 前記回転駆動モータがコアレス電動直接駆動モータである請求項5記載の多関節ロボット。

【請求項7】 従動側リンクと主動側リンクが同一回転軸線を有するように従動側リンクと主動側リンク間に設けられた回転制御構体からなる同軸回転関節を有する請求項5又は6記載の多関節ロボット。

【請求項8】 前記オフセット回転関節間に、回転・伸展調整機構を設けた請求項5、6又は7記載の多関節ロボット。

【請求項9】 前記リンク、前記オフセット回転関節、前記同軸回転関節、及び回転・伸展調整機構がそれぞれ中空構造に構成されてアームが連続中空部を有し、該アームの連続中空部に可換ホースや電源・信号線を配設して、被供給体に燃料・電力補給及び信号を伝達することができる請求項5～8何れか記載の多関節ロボット。

【請求項10】 ロボット本体側のオフセット回転関節の回転駆動モータに油圧モータ系を、前記エンドエフェクター側のオフセット回転関節の回転駆動モータに電気モ

ータを適用してハイブリッド型に適用できるようにした請求項5～9何れか記載の多関節ロボット。

【請求項11】 前記各リンクと各回転制御構体からなるアームが、耐水性、耐熱性のある材料からなるカバーで覆われている請求項5～10何れか記載の多関節ロボット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多関節ロボットの関節機構に関し、特に従来のヒンジ型関節に代わる新規な構造を有するオフセット回転関節、及び該オフセット回転関節を備えた多関節ロボットに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のロボットは、関節の構造からベクトル方式、スカラー方式、パラレルリンク方式及び組合せ方式による種々のものがある。ベクトル方式の関節機構は、リンクの軸回りの回転自由度と、リンク軸に対して軸を通る面内でリンクを変角するヒンジ軸回りの自由度の機構を組み合わせた機構で、2自由度の極座標的な動きをする。スカラー方式の関節機構は、リンク軸に対して垂直面内でリンクを軸回転させるものであり、平面内の動きに適用される。また、パラレルリンク方式は、複数（例えば6本）の駆動シリンダ機構を組合せた3次元モーション機構である。さらに、組合せ方式は、上記の各方式を多関節に組み合わせたもので、主にヒンジ機構と軸回転機構及びリンクを組合せた複合型機構であり、従来の多関節ロボットの多くがこの方式を採用している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記従来の関節機構のうち、ベクトル方式は、ヒンジ機構と駆動モータとの間に遊星ギヤ機構等からなる減速器が存在するため、回転によるバックラッシュや軸受の大きさ等でリンクの動作精度、ヒンジモーメント等に問題がある。スカラー方式の関節は、リンクが片持ち構造となるため、多くの関節を組み合わせることは難しい。また、パラレルリンク方式は、多段組合せにするとシリンダに大きな負担がかかる。そして、上記の各方式を組み合わせた従来の多関節ロボットでは、変角、回転等の機能ごとに駆動機構が必要で、関節機構が複雑となり、重量軽減も難しく、多段にする程自重によるたわみ、低固有振動による動きの怠慢が発生し、且つ自重に対するペイロードが小さい等の問題があり、未だ満足のいくパワーを必要とする多関節ロボットは得られてない。

【0004】そこで、本発明は、回転機構のみを持つ関節の組合せで多自由度の動きを得ることができ、従来の多関節ロボットと比較して飛躍的に関節の重量軽減ができ、しかも高パワーを得ることができて自重に対するペイロードが大きく、多段接続ができて可動範囲が広く複雑な精密な動きをすることができる多関節ロボットとそ

の関節機構を提供することを目的とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決する本発明のオフセット回転関節は、アームを構成するリンク間に、リンク軸線に対して傾斜させた面に回転駆動モータを備えた回転制御構体を設けて、前記回転駆動モータの固定部側に主動側リンクをロータ側に従動側リンクを固定することにより、従動側リンクがリンク軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線を有するように構成して、従動側リンクが前記リンク軸線とオフセット回転軸線の交点を頂点として、円錐運動するようにしたものである。

【0006】前記回転駆動モータは、好適にはコアレス電動直接駆動モータからなり、該コアレス電動直接駆動モータのステータ側に主動側リンクを、ロータ側に従動側リンクを固定してなるが、油圧モータ又は電気・油圧モータも採用することもできる。そして、前記回転制御構体を、回転駆動モータ、エンコーダ、ブレーキ装置、及びスリップリングからなるリング形状に形成し、且つ前記リンクも中空に形成することによって、リンクと回転制御構体が連続中空構造となったオフセット回転関節が得られる。

【0007】そして、本発明のオフセット回転関節を有する多関節ロボットは、アームを構成するリンクの主動側リンクと従動側リンク間の、リンク軸線に対して傾斜させた面に回転駆動モータを備えた回転制御構体を設け、前記従動側リンクが前記リンク軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線を有するオフセット回転関節を構成し、該オフセット回転関節をロボット本体とエンドエフェクタとの間に、例えばオフセット回転角が交互に逆位相となるように複数段設け、これらをコンピュータで連成制御することによって、その複合運動により前記エンドエフェクタの3次元位置決めを行うようにしたものである。

【0008】上記オフセット回転関節の回転駆動モータは、コアレス電動直接駆動モータが望ましい。そして、上記オフセット回転関節と、従動側リンクと主動側リンクが同一回転軸線を有するように両リンク間に設けられた回転制御構体からなる同軸回転関節、及び又は回転・伸展調整機構を組合せることによって、より可動範囲が広く且つ多機能の多関節ロボットが得られる。

【0009】各リンク、各オフセット回転関節、各同軸回転関節及び各回転・伸展調整機構をそれぞれ中空構造に構成することによって、アームをロボット本体からエンドエフェクタに到る連続中空状に形成することができる。そして、該アームの連続中空部に可撓性ホースや電源・信号線等を配設することによって、アーム自体が被取扱物体に燃料・電力補給等の物質搬送路及び信号伝達路を構成し、従来のロボットにない特殊機能を有するロボットを得ることができる。さらに、アームを耐水

性、耐熱性、あるいは耐衝撃性等のある材料で構成されたカバーで覆うことによって、例えば火災現場等における消火ロボット等、極限環境下にも好適に適用できるロボットが得られる。

【0010】なお、上記オフセット回転関節の回転駆動モータは、電動モータに限らず、種々の形式の回転モータを採用することができ、例えば、ロボット本体側のオフセット回転関節の回転駆動モータに油圧モータ系を、前記エンドファクター側のオフセット回転関節の回転駆動モータに電気モータを適用してハイブリッド型にしても良い。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を基に詳細に説明する。図1～図5は、本発明の多関節ロボットの実施形態を示している。本実施形態のロボット1のアーム2は、ロボット本体3とエンドエフェクタ4との間に複数のオフセット回転関節5と複数の同軸回転関節6によって連結された接続リンクを有し、多関節の複合運動により、エンドエフェクタ4に多自由度の運動を与えることができるように構成されている。オフセット回転関節と同軸回転関節の組合せは種々の形態が採用できるが、本実施形態では、図1に示すように、オフセット回転関節5をオフセット角 $\alpha$ が交互に逆になって構成面がハの字型になるように2個を1組として組合せ、且つ中間部に適宜同軸回転関節6を組み合わせて接続リンクを構成し、6個のオフセット回転関節と3個の同軸回転関節を採用している。

【0012】なお、以下の説明において、関節によって連結された2個のリンクの相対関係において、ロボット本体に近い側を主動側リンクとし、該主動側リンクに連結された他方のリンクを従動側リンクと称する。

【0013】上記オフセット回転関節5は、図4に明示されているように、主動側リンク7のリンク軸線LAに対して、角度 $\alpha$ 傾斜させた作動面8に回転制御構体10を設けて構成されている。それにより、傾斜角度 $\alpha$ がオフセット角度となり、従動側リンク9はオフセット回転軸線OAとリンク軸線LAとの交点Pを頂点として、オフセット角度 $\alpha$ の円錐回転運動することになる。

【0014】回転制御構体10の回転駆動モータは、本実施形態ではコアレス電動直接駆動モータとして構成され、主動側リンク7の作動面にリング状のステータフレーム11が固定され、従動側リンクの傾斜した作動面13にロータフレーム14が固定されている。ステータフレームの内周面とロータフレーム外周面との間にはベアリング15が設けられ、且つステータフレーム内周面にはステータコイル16を、ロータフレームの外周面にはロータマグネット17を設けてコアレス電動直接駆動モータを構成している。なお、本実施形態では、前記ステータフレーム及びロータフレームは、主動側リンク及び従動側リンクの作動面とそれぞれ別体に形成して組立固

定してあるが、もちろん主動側リンク及び従動側リンクとそれぞれ一体に形成してもよい。

【0015】図4において、18はロータフレームの端面に固定されてリング盤状のエンコーダ盤であり、19は該エンコーダ盤の回転角度を検出するセンサであり、ステータフレームに固定され、前記エンコーダ盤とでエンコーダを構成している。また、20はロータフレーム14に固定されたリング盤状のブレーキ盤、21は作動時に該ブレーキ盤の外周部を挟み付けるブレーキシューであり、ステータフレームに固定されたアクチュエータ22によって駆動される。アクチュエータ22、ブレーキシュー21、及びブレーキ盤20によってブレーキ装置としてのディスクブレーキを構成し、オフセット回転関節の回転角度を位置決め保持するストッパーとして機能する。23は各回転制御構体やエンドエフェクターに電力や信号を伝達する電源・信号線である。本実施形態では、ステータフレーム11とロータフレーム14との間にスリップリング装置24を設けて各リンク間の電源・信号線を接続することによって、各関節が任意方向に回転しても電源・信号線が関節部で捻じれや絡まることを防ぎ、アームの複雑な動きを容易にした。前記スリップリング装置24は、ステータフレーム側にアウターリング25を設け、該アウターリングにロータフレーム側に設けたインナーリング26をボールベアリングを介して回転可能に設け、各リングに対向してスリップ端子を設けて構成されている。

【0016】以上のように構成されてなるオフセット回転関節5は、コアレス電動直接駆動モータを駆動することによって、図5に示すように、従動側リンク9がリンク軸線に対してオフセット角 $\phi$ 傾斜した円錐運動をし、コアレス電動直接駆動モータの回転角をエンコーダで制御することによって、従動側リンクの従動軸線に対する作動角 $\phi$ を任意に選択して位置決めすることができる。図5において、(a)は作動角 $\phi=0^\circ$ の場合を示し、その場合は主動側リンクと従動側リンクは一直線状に伸展した状態となる。(b)はその状態から $\phi=90^\circ$ 、(c)は $\phi=180^\circ$ 、(d)は $\phi=270^\circ$ 回転した状態を表している。そして、所定の作動角度回転した位置で、ディスクブレーキを作動させることによって、従動側リンクは主動側リンクに対してその位置で固定され、主動側リンクと従動側リンクが強固に一体状態となる。

【0017】また、同軸回転関節6は、図4に示すように、作動面8'が主リンク軸線LAに対して直角となっている以外はオフセット回転関節と同様な構成であるので、オフセット回転関節と同様な符号を付し詳細な説明は省略する。同軸回転関節6は、従動側リンクをリンク軸線LAを回転軸線として回転させる機能を有し、従動側リンクを任意角度回転させることができる。

【0018】上記エンドエフェクター4は、用途に応じ

て種々の形態のものが採用でき、本実施形態では、先端部同軸回転関節30の外周部に設けたカメラ等の視覚センサ31、先端部リンク32にシリンダやリニアモータ等のリニア運動機構により伸展可能に設けられたリスト33、及び作業用ツールであるハンド34とから構成され、回転・伸展・ハンド機能を有している。また、必要に応じてハンドに、触覚センサ・力覚センサ等各種のセンサを設けることも可能である。

【0019】一方、ロボット本体3は、本実施形態では図1に示すように、動輪35を有する台車36上にモータやシリンダ装置等の上下駆動アクチュエータ37を設け、それによって上下駆動される架台38に前記電動式回転制御構体10と同様な機構からなる電動式回転制御構体39を介して本体フレーム28が支持されて構成されている。従って、ロボット本体3の本体フレーム28は、動輪によって床面を任意に移動可能であると共に、上下動してその高さや回転角度を任意の位置に制御することができる。なお、図中29はバランス用の重錘である。

【0020】本実施形態の多関節ロボットは、以上のよう構成され、オフセット回転関節5及び同軸回転関節6が中空のコアレス電動直接駆動モータで形成されているので、従来の関節機構に比べて格段に軽量に構成することができる。しかも従動側の荷重が、円筒状のステータフレームとロータフレームの嵌合面に設けられたベアリングにラジアル荷重として作用するので、重荷重を支えることができ、リンクを多段に接続しても自重による撓みが生じることもなく、自重に対するエンドファクターのペイロードも従来の多関節ロボットと比較して格段に大きくすることができる。

【0021】また、本実施形態の多関節ロボットの特徴的な機能の一つは、各オフセット回転関節及び各同軸回転関節のコアレス電動直接駆動モータをコンピュータで連成制御することにより、図1～図3に示すように、アームに非常に複雑な動きを正確にさせることができ、エンドファクターを複雑な動きや方向に向けることができ、しかも3次元面内の作動範囲が大きく、且つ大きな回転トルクを伝達することができることである。図3の例では、アーム2自身をハンド機構として被取扱物体に巻き付けて、被取扱物体27を把持した状態を示している。この場合各オフセット回転関節5の作動角度 $\phi$ を制御することによって、巻き付け力を制御することができる。従って、各モータにトルクセンサを設けておき、モータに所定の設定負荷が作用するまでモータを回転させることによって、任意の締め付け力で被取扱物体27を巻き付け把持することができる。そのため、本発明の多関節ロボットでは、エンドエフェクターで保持することができないような、大型の重量物でも取扱可能となる。また、本実施形態のロボットは高パワーを出力し得、しかも微細な精密な動きも制御可能であるから、パワーを

必要とする介護ロボットにも好適に適用できる。

【0022】本実施形態の多関節ロボットのさらに特徴的な機能は、各リンク及び各関節が中空状であり、アームが連続中空筒体となっているので、アーム内を直接ロボット本体から種々の物質やエネルギー又は信号等の供給路として使用することができることである。このことは、信号線やエネルギー線が外部に露出することなく、アームで保護されることであり、技術的に非常に有用性に富んでいる。それにより従来のロボットでは不可能であった用途にも適用できる機能ロボットを得ることができ、ロボットの用途範囲を一段と拡大することができる。

【0023】図7及び図8に示す実施形態では、アームの中空筒体を利用してアーム内に可撓性ホース36を貫通させた例を示している。それにより、該可撓性ホースを介して消化剤等の薬剤や水等を供給することによって例えば危険物がある建物等の火災現場における消化ロボットや化学プラント等特殊環境下に薬剤等を供給する極限ロボットに適用することができる。その場合、視覚センサ等のセンサ機構で被取扱物を感知して、その位置をコンピュータで分析して各回転制御構体を制御することによって、エンドエフェクターは、複雑な動きをして被取扱物を捕らえることができ、的確な位置に物質を供給することができる。また、可撓性ホースは、アーム内に収納されているので、直接外部環境に曝されることがなく保護され、悪環境での物質供給を可能とする。例えば、火災内部への直接の物品の供給や、アーム表面全体を耐食性材料で構成又はラミネートすれば、強酸等の腐食液中に直接物品を供給して処理や作業を行なうことができるマニピュレータを得ることができる。

【0024】また、航空機への空中給油や、宇宙におけるランデブ・ドッキング技術の一つとして、宇宙機の捕捉、修理、補給、回収等を可能とするマニピュレータとしての適用も可能である。さらに、本発明のオフセット回転関節機構を月面作業ロボットや歩行ロボット等のレッグに採用すれば、複数本のレッグの組合せにより、屈伸運動、揺動運動、歩行運動が可能で多自由度作業ロボットを得ることが可能である。

【0025】図8は、アーム内に可撓性パイプを貫通させる場合に、各関節の動きに影響されないように確実にアーム中心部に可撓性チューブを保持する手段と、電力線や信号線が関節部で捻じれたり絡まったりすることなく、確実に信号や電力が伝達・供給できる連結手段を設けた他の実施形態を示している。なお、本実施形態におけるオフセット回転関節及び同軸回転関節は前記実施形態と同様であるので、前記実施形態と同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0026】図中、40はスリップリング装置であり、該スリップリング装置はアウターリング41にインナーリング42がベアリングを介して回転可能に嵌合支持さ

れてなり、アウターリング41が主動側リンク端部に複数のスプリング43を介して軸心に沿って支持され、インナーリング42の内周面に可撓性パイプ45が嵌合し、該可撓性パイプ45をアームと軸心が略一致するように支持している。

【0027】インナーリング42には軸方向に沿う複数本の端子線47が円周方向に所定間隔で多数配置され、その両端がインナーリング外周面に出て複数の入出力端子を構成し、各入力端子49には主動側リンク側からの信号線や電力線46が適宜接続され、各出力端子50には従動側リンク側の信号線や電力線がそれぞれ接続され、従動側リンク側に電力や信号を供給・伝達する。そして、各端子線からアウターリング外周面に軸方向に所定間隔で配置されたそれぞれ1のスリップ端子51に分岐接続されている。一方、アウターリング41の内周面には、前記インナーリングのスリップ端子と相対向して接触するスリップ端子が配置され、外周面には前記スリップ端子と接続された端子が出て、それぞれの端子の種類に応じて、回転制御構体のステータコイル、エンコーダ、アクチュエータ等に接続され、それぞれに電力や信号を供給することができる。

【0028】図9は、本発明に係る多関節ロボットを消火ロボットに適用した場合の実施形態を示している。図中60は消防車であり、その車体61上に設置された伸縮・傾動自在に構成されたブームマスト62の頂部に設けられたプラットフォーム63に消火ロボット65が載置されている。該消火ロボット65のアーム66には、エンドエフェクターに設けられたノズルに通じる可撓性チューブが貫通しており、該可撓性チューブの基端が車体から伸縮可能に延びている給水ホース装置67に連結されている。給水ホース装置は、ポンプを装置を介して給水源又は消火剤供給源に連結されている。また、ロボットアームの外周部は、耐熱・耐水・耐衝撃性に強く且つ可撓性のある材料で形成されたカバーで覆われ、火炎中でロボットアームを保護するように構成されている。

【0029】以上のように構成されたこの実施形態の消火ロボットによれば、図示のように、ブームマスト62を伸縮させて、プラットフォーム63を建物69の火災発生現場に近付け、プラットフォームにいるオペレータが消火ロボット65のエンドエフェクターに設けられた視覚センサで検出された火災源を制御盤68のモニターで監視しながら多関節ロボットを操作することによって、アーム先端のエンドエフェクターから直接水又は消火剤を消火位置に向けて噴射することができる。従って、火災源に最接近して水又は消火剤を噴射することができるので、従来よりも飛躍的に消火効率を向上させることができる。

【0030】図10は、化学プラント70のタンク内部等人間が直接立ち入るのに危険な所で発生した故障や事故箇所を補修する修理ロボット75に適用した実施形態

を示している。前記実施形態と同様に、クレーン車71の車体72上に設けられた伸縮・傾動自在に構成されたブームマスト73の頂部に設けられたプラットフォーム74に修理ロボット75が載置されている。そして、ロボットアーム76の外周部は、耐熱・耐水・耐衝撃性に強く且つ可撓性のある材料で形成されたカバー77で覆われている。

【0031】この修理ロボット75は、前記のようにエンドエフェクターを多自由度で動かすことができ、且つ高トルクを伝達することができるので、エンドエフェクターに設けられた視覚センサで検出された補修箇所を制御盤78のモニターで監視しながら多関節ロボットを操作することによって、エンドエフェクターに取り付けられたツールで直接故障箇所や事故箇所を補修することができる。また、アーム内部を介して補修箇所に直接薬剤や部品等の物品を供給することができ、緊急時の応急処置にも対処できる。

【0032】また、図示していないが、本発明の多関節ロボットは、立体組立ロボットに適用しても非常に有効である。本発明によれば多関節の組合せによりアームがフレキシブルな動きが可能であるため、組立作業の際、前後左右の側面までハンドが届くことができ、従来の組立ロボットでは不可能であった複雑な立体組立が可能となる。そして、本発明の多関節ロボットは高トルク・高負荷を得ることができ、且つ精密・微細な動きを得ることができるので、大型の組立ロボットや作業ロボットから超精密・微細な動きを必要とするマイクロロボットにも適用することが可能である。

【0033】図11は、本発明の多関節ロボットを介護ロボットに適用した実施形態を示している。本実施形態の介護ロボット80は、本発明の多関節に形成された2本のアームからなるマニピュレータ81、82の複合運動によって、あたかも人間が行なうように介護作業ができるように構成したものである。アームの外周面はクッション材からなるカバー90で覆って、安全性を持たせてある。図中、83、83は立体カメラであり、立体的に監視することによって人間の視覚と同様に距離や大きさを認識できるようにしてある。また、84は音センサ、85は通信アンテナである。さらに、86は該ロボットの位置を決定するGPS（広域測位システム）装置、87は警報ランプ、88はモニターである。なお、本実施形態では自走式に形成して例えば図示のように車椅子89に被看護人に乗せて走行できるようにしてあるが、寝室や病室等に固定して、入浴補助作業等の看護作業を行なうように構成することも可能である。

【0034】以上、本発明の多関節ロボットの種々の実施形態を示したが、本発明の多関節ロボットは上記実施形態に限るものでなく、その技術思想の範囲内で種々の設計変更が可能である。例えば、オフセット回転関節と同軸回転関節の組合せは上記実施形態に限るものでな

く、その用途に応じて種々の組合せが可能である。図6はその組合せの変形例を示し、同軸回転関節及びオフセット回転関節の構造は前記実施形態と同様であるので、同一符号を示し、且つその配列は図面上から明らかであるので詳細な説明は省略する。なお、図6(d)において、50はリンク結合調節機構部であり、フランジ継ぎ手で構成され、該ロボットの補修時等に該部からアームを切り離して分離できるようになっている。また、該フランジ継ぎ手を介して主動側リンク対する従動側リンクの取付角度を調整することもできる。

【0035】さらに、上記実施形態では、オフセット回転関節及び同軸回転関節に電動直接駆動モータを採用しているが、必ずしもそれに限るものでなく、例えば、油圧モータ又は電気・油圧モータを採用することもできる。さらに、同軸回転関節側のオフセット回転関節に油圧モータ系を、エンドエフェクター側に電気モータを採用して、ハイブリッド型にすることも可能である。

【0036】

【発明の効果】本発明のオフセット回転関節は、従動側リンクがリンク軸線とオフセット回転軸線との交点を頂点として、オフセット角度の円錐回転運動するので、該オフセット回転関節を複数設けることによって、回転運動のみの簡単な機構で、エンドエフェクターの広可動範囲での精密な三次元位置決めができる。そして、軸回転のみであるから、容易に精密な位置決め制御が可能であり、しかも大きなトルクを伝えることができる。また、回転駆動モータに電動直接駆動モータを採用することによって、関節を小型軽量に形成することができ、且つ中空の関節を得ることができる。

【0037】本発明の多関節ロボットは、回転機構のみを持つ関節の組合せで多自由度の動きを得ることができ、従来の多関節ロボットと比較して飛躍的に関節の重量軽減ができ、しかも高パワーを得ることができて自重に対するペイロードが大きく、多段接続ができて可動範囲が広く複雑な精密な動きをすることができる。

【0038】本発明の多関節ロボットは、オフセット回転関節及び同軸回転関節を含むアーム全体を連続中空筒体に形成できるので、アーム内に可撓性ホース等を設けることによって、直接ロボット本体から種々の物質やエネルギー又は信号等の供給路として使用することができ、しかも該供給路がアーム筒内にあり、直接外部環境に曝されることがなく保護されるから、悪環境での物質供給等が可能となり、一段と多用途に適用できるロボットを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多関節ロボットの実施形態を示す正面図であり、エンドエフェクターを複雑な方向に向けた時の曲折動作概要図である。

【図2】その各オフセット回転関節を一直線状に伸展した状態を示す正面図である。

【図3】その作動正面図であり、アーム自体をハンド機構として被取扱物に巻き付けて保持したときの動作概要図である。

【図4】(a)はそのオフセット回転関節及び同軸回転関節の実施形態を示す正面断面図であり、(b)はそのスリップリング部の拡大図である。

【図5】(a)～(d)は本発明の実施形態に係るオフセット回転関節の作動説明図である。

【図6】(a)～(e)は本発明の実施形態に係るオフセット回転関節の多段接続における種々の組合せ形態を示す要部正面図である。

【図7】本発明の実施形態に係る多関節ロボットのアームに可撓性ホースを貫通させた状態での要部正面断面図である。

【図8】本発明の他の実施形態に係る多関節ロボットのアームに可撓性ホースを貫通させた状態での要部正面断面図である。

【図9】本発明の実施形態に係る多関節ロボットを消火ロボットに適用した場合の、作業状態を示す模式図である。

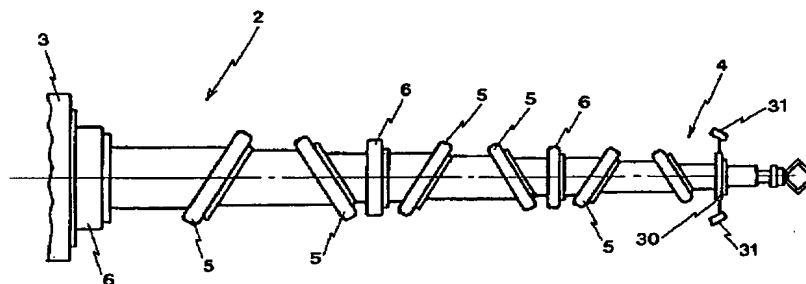
【図10】本発明の実施形態に係る多関節ロボットを修理ロボットに適用した場合の、作業状態を示す模式図である。

【図11】本発明の実施形態に係る多関節ロボットを介護ロボットに適用した場合の、作業状態を示す模式図である。

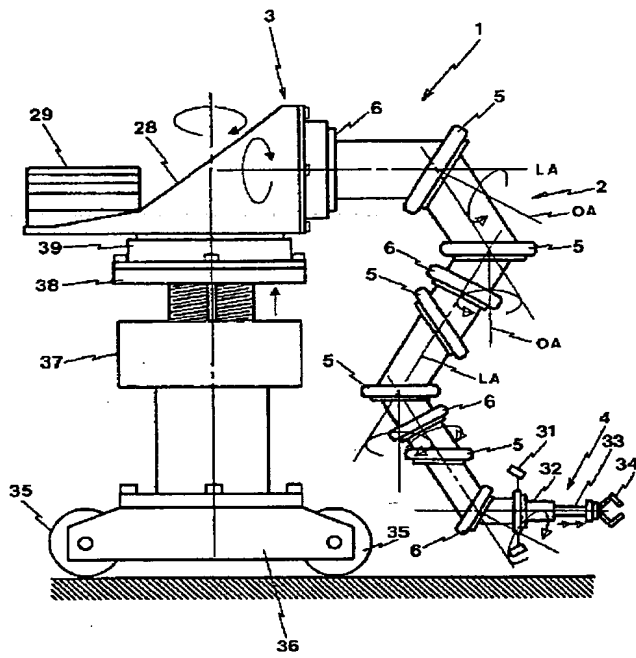
#### 【符号の説明】

1 ロボット	2、66、76 アーム	7 主動側リンク	8、13 作動面
3 ロボット本体	4 エンドエフェクター	9 従動側リンク	10 回転制御構体
5 オフセット回転関節	6 同軸回転関節	14 ロータ側フレーム	15 ベアリング
		16 ステータコイル	17 ロータマグネット
		18 エンコーダ盤	19 センサ
		20 ブレーキ盤	21 ブレーキシュー
		22 アクチュエータ	23、46 電源・信号線
		24 スリップリング装置	25、41 アウターリング
		26、42 インナーリング	28 本体フレーム
		30 先端部同軸回転関節	31 視覚センサ
		32 先端部リンク	33 リスト
		34 ハンド	36 台車
		37 上下駆動アクチュエータ	38 架台
		39 電動式回転制御構体	40 スリップリング装置
		43 スプリング	45 可撓性パイプ
		47 端子線	49 入力端子
		50 出力端子	51 スリップ端子
		60 消防車	62、73 ブーム
		マスト	65 消火ロボット
		63、74 プラットホーム	68、78 制御盤
		67 給水ホース装置	71 クレーン車
		70 化学プラント	80 介護ロボット
		75 修理ロボット	83 立体カメラ
		81、82 マニピュレータ	85 通信アンテナ
		84 音センサ	87 警報ランプ
		86 GPS	
		88 モニター	

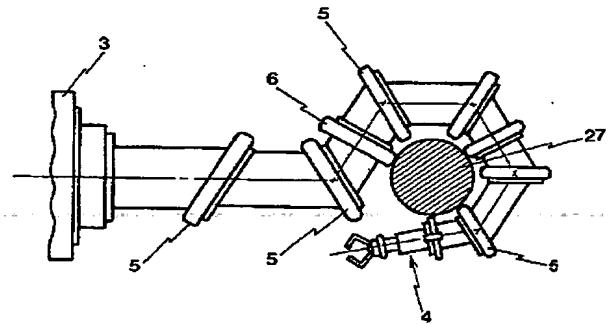
【図2】



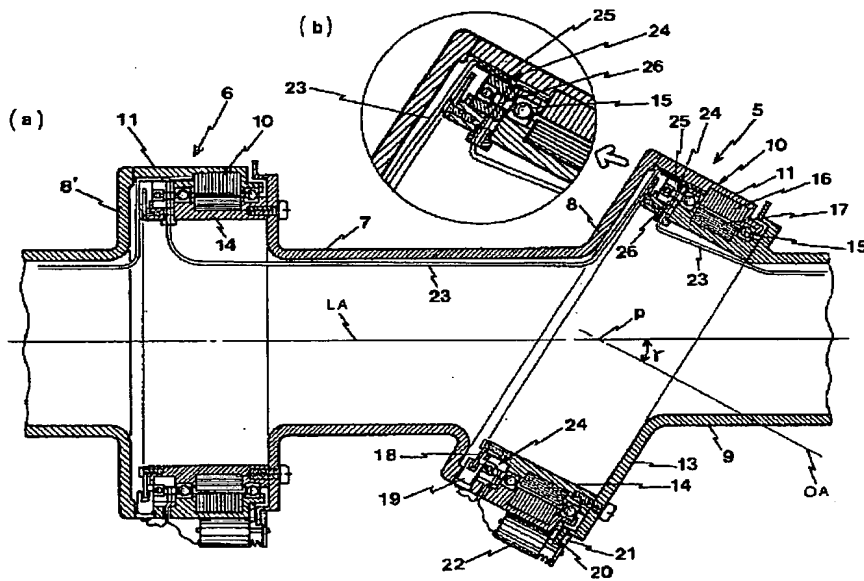
【図1】



【図3】

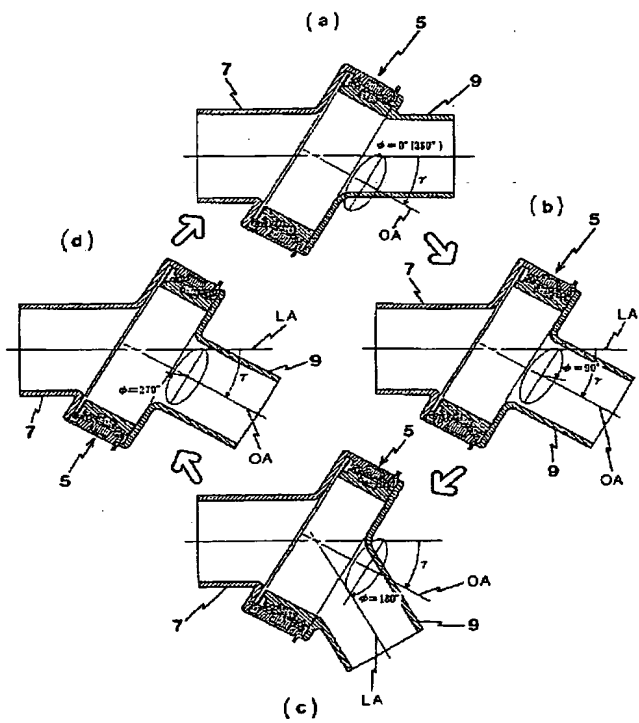


【図4】

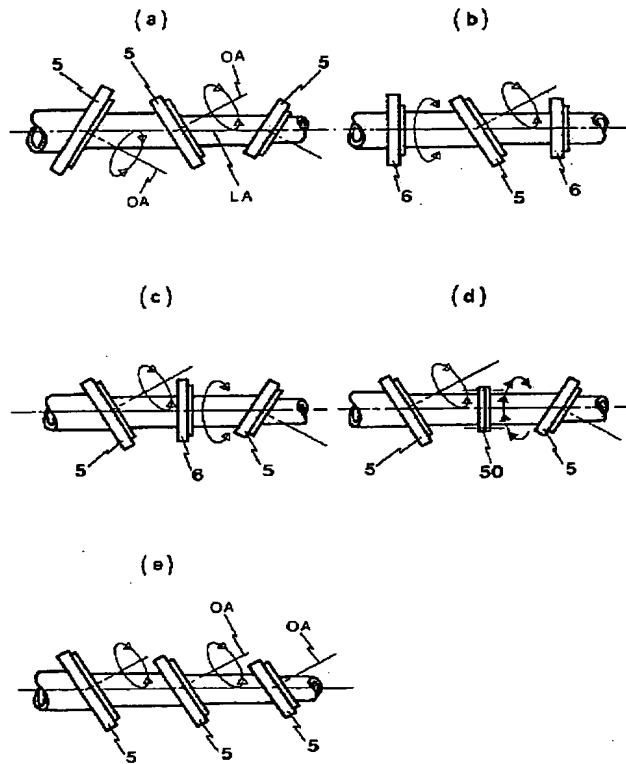




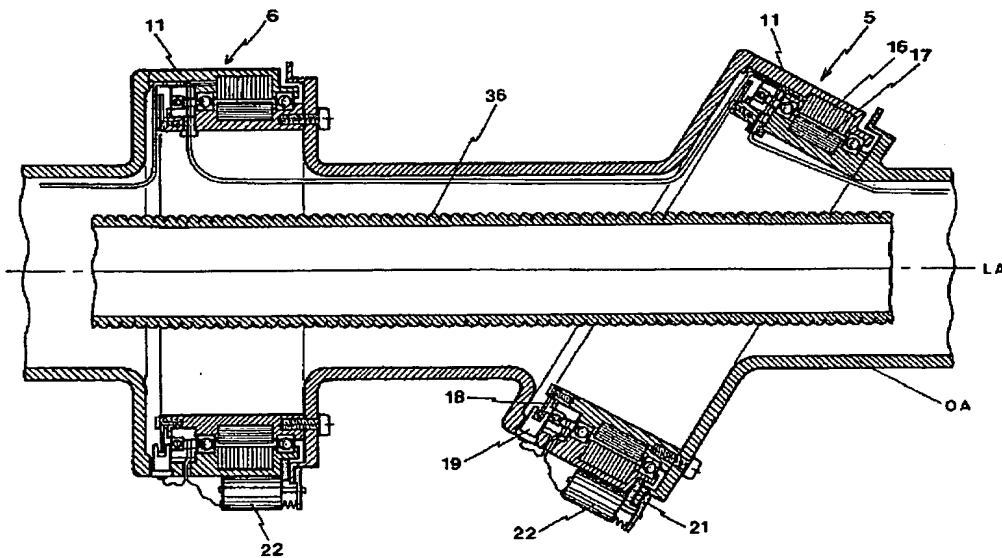
【図5】



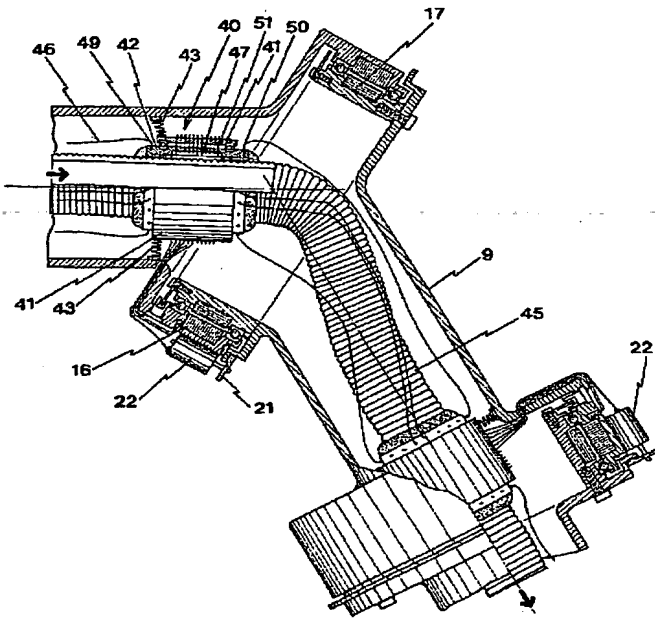
【図6】



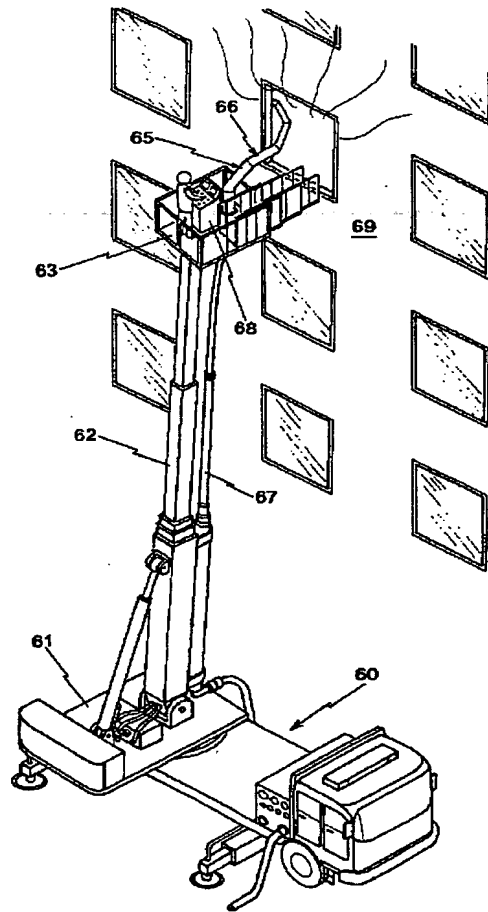
【図7】



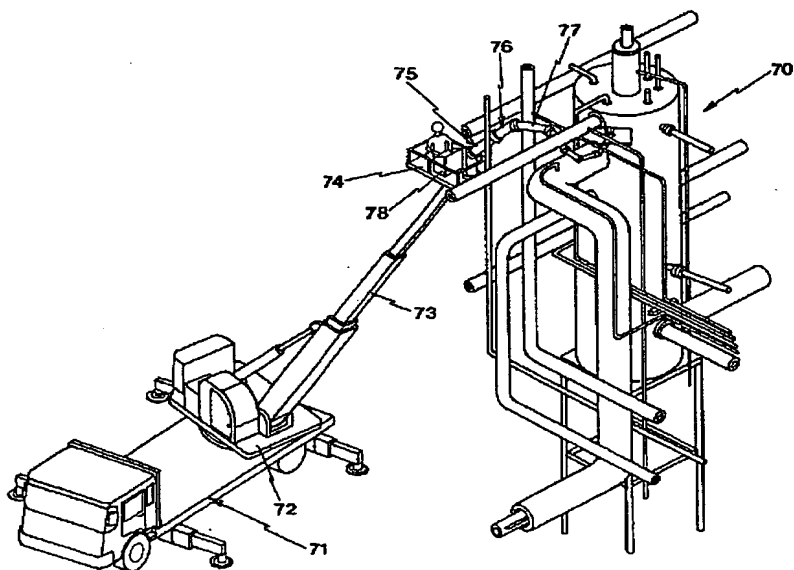
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

